الخصائص الفنية للمحولات الكهربية فى المشاريع الانشائية

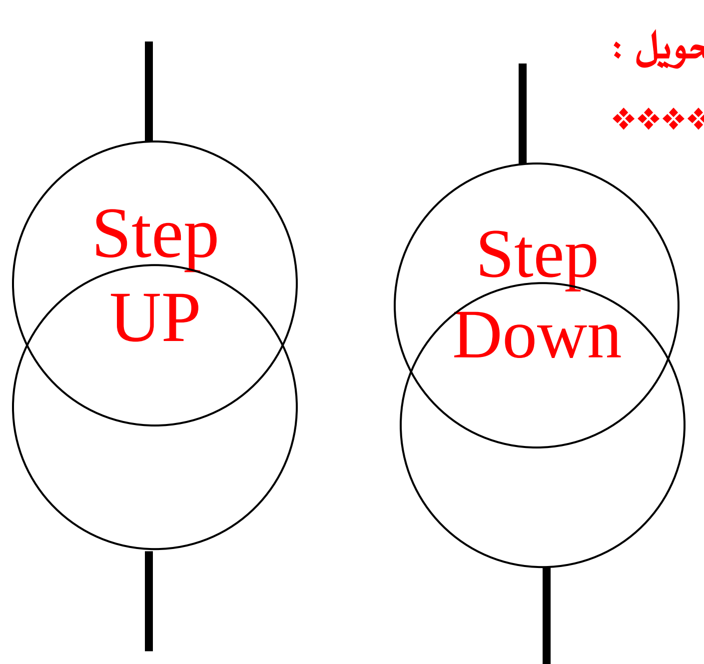
إعداد

م/ محمد عبدالمنعم بدر



أنواع المحولات الكهربية من حيث جهد التحويل :

❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖



1. محولات رفع Step-up

2. محولات خفض Step-down

ملحوظة:

أى محول يمكن ان يعمل كمحول خافض أو محول رافع أعتمادا على أتجاه الغذية و لا يوجد بين المحول الرافع او المحول الخافض أى اختلاف فى التركيب او التصميم.

تصنيف المحولات من حيث الوظيفة الكهربية :

1. محولات قدرة (Power Transformer) وهى المحولات المستخدمة فى شبكات النقل الكهربية ومحطات التوليد الكهربية.
2. محولات نوزيع (Distribution Transformer) و هى المحولات المستخدمة فى شبكات التوزيع الكهربائية و تكون قدرة هذة المحولات أقل من 5 MVA .

3- محولات قياس (كالتي تستخدم داخل اللوحات الكهربية لقياس الجهد والتيار وتحويلها إلي قيم صغيرة نستطيع توصيلها بأجهزة القراءة والتحكم : و تنقسم إلى نوعين

1 - محولات جهد Voltage Transformer .



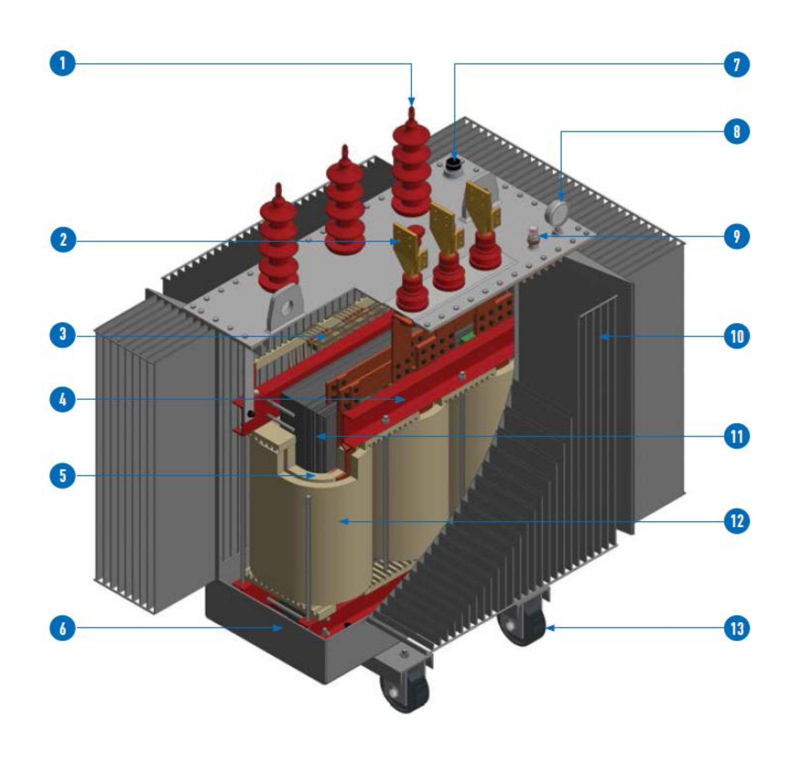


2 - محولات التيار Current Transformer.

هذا الكتاب يتناول بالشرح محولات خفض الجهد فقط لأنها المستخدمة فى المشاريع الانشائية

مكونات المحول الكهربي :

❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖



HV Bushing 1
LV Bushing 2
No Load Tap Changer 3
Core Clamps 4
LV Coil 5
Transformer Tank 6
Pressure Relief Valve 7
Top Oil Thermometer 8
Oil Level Indicator 9
Corrugated Fins 10
Core 11
HV Coil 12
Roller 13

شرح لمكونات المحول الكهربي :

1- HV Bushing:

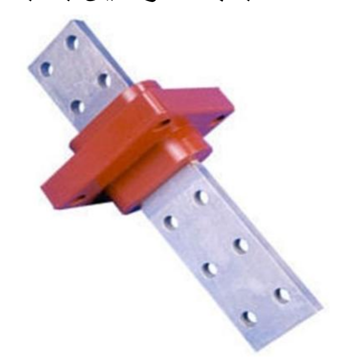
-1 جلبة التوصيل بالجهد المتوسط أو الجهد العالي 11,13.8,22.33,66 KV.



2- LV Bushing :

2- جلبة التوصيل بالجهد المنخفض 400فولت يصل إلي اللوحات بعد الهبوط فى الجهد 380 فولت.





3- No Load Tap Changer :□
Off-circuit tap changer

3- مغير الجهد :



ويستخدم فى محولات التوزيع التى يمكن فصلها عن الحمل لحين تعديل موضع نقط التوصيل ويتم فصل التغذيه على جانب الجهد المنخفض من خلية الخروج ثم فصل سكينة الجهد المتوسط الداخل للمحول لعزل المحول تماما عن أى مصدر للجهد لحين الإنتهاء من تغيير موضع نقاط التوصيل حتى لا تحدث شراره داخل المحول لأنه غير مزود بوسيله لإطفاء الشراره التى تؤدى إلى إنفجار المحول وإشتعال الزيت

ويوجد مغير الجهد على ملفات الجهد المتوسط فى محولات التوزيع ويقوم بتغيير عدد ملفات الجهد االمتوسط وبالتالى تغيير نسبة التحويل للمحول turns ratio وذلك للحفاظ على ثبات الجهد المنخفض عند القيمه المقننه (380 V)عند تغير جهد التغذيه (الجهد المتوسط) فى حدود ±5٪ المسموح بها ويمكن أن يكون عدد الخطوات خمس أو سبع خطوات حسب الطلب ونسبة التغيير لكل خطوه تكون ±2.5٪ من مقنن الجهد المتوسط (11KV)

4- Core Clamps:

القلب الحديدي الممسك بالملفات



5- LV Coil

5-   ملفات الجهد المنخفض

6- Transformer Tank

6-   خزان المحول (خزان الزيت الرئيسى Main Tank-   خزان التمدد Conservator)





ولابد أن نتناول بالشرح عملية تبريد المحول الكهربي كما يلي :

أعلم أنه كلما ازدادت كفائه التبريد كلما ارتفعت كفائه المحول وازداد عمر المكونات الداخله فى تركيبه.

الطرق المستخدمه فى تبريد المحولات:

❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖

1- **محول مغمور فى الزيت مبرد ذاتيا .**

يتم تبريد قلب وملفات المحول عن طريق غمرهم فى الزيت وتتم عمليه التبريد عن طريق الدوران الذاتى للهواء على اسطح التبريد .

2- **محول مبرد ذاتيا بالزيت وقسريا" بالهواء .**

وتتم عمليه التبريد فيه بطريقه مشابهه للطريقة السابقه وتتم عن طريق دفع الهواء بمضخات على اسطح التبريد

3 - **محول مبرد قسريا" بالزيت ومبرد بهواء قسرى .**

تتم عمليه التبريد بالزيت عن طريق دوره قسريه له خلال مبادل حرارى بين الزيت والهواء كما تتم الاستفاده بالتبريد الهوائى القسرى على اسطح التبريد

4- **محول مبرد ذاتيا بالزيت وقسريا بالزيت وقسريا بالهواء .**

وتتم عمليه التبريد فيه بطريقه مشابهه بالطريقة السابقه بالإضافة لدوره قسريه للزيت حول قلب المحول وملفاته ويوجد محولات يتم فيها هذا النوع من التبريد على مرحلتين تبعا لمقدار الحمل الكهربى على المحول حيث تتم هذه العمليه بأجهزة تحكم ذاتيه

5- **محول مغمور فى الزيت المبرد بالماء .**

يتم تبريد الزيت بالدوران الذاتى فوق سطح مبرد بالماء

6- **محول مغمور فى الزيت مبرد ذاتيا ومبرد بالماء .**

وتتم عمليه التبريد بالطريقتين السابقتان معا

رموز التبريد فى المحولات المغموره فى السائل تبعا للمواصفات :

❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖

1- (Oil Immersed Self Cooling) (OA) تبريد زيت ذاتى

يتم تحرك الهواء ذاتيا على أسطح التبريد ، وتعتبر هذه من أبسط الطرق.

2- (Oil Immersed Self Cooling/Forced Air) (OA/FA) تبريد ذاتى بالزيت وقسرى بالهواء

نفس الطريقة السابقة لكن يتم دفع الهواء بمضخات فوق أسطح التبريد.

3- محول مبرد قسرا بالزيت وقسرا بالهواء: (FOA - Oil Forced/Air Forced)

يتم دفع الزيت الى داخل أسطح التبريد بواسطة مضخات وكما يتم دفع الهواء فوق الأسطح بواسطة مضخات أيضا ويرمز له بـOFAF

4- محول مبرد ذاتيا بالزيت وقسرا بالزيت وقسرا بالهواء (OA/FA/FOA) :

تتم هذه العملية على مرحلتين تبعا لمقدار الحمل الكهربائي وتتم باستخدام أجهزة تحكم .

ويرمز له بـ ONAN/ONAF/OFAF

5- محول مغمور في الزيت المبرد بالماء (OW- Oil Immresed/Water-Cooled) :

يتم تبريد الزيت بالدوران داخل الماء

ايضا رموز التبريد فى المحولات المغموره فى السائل تبعا للمواصفات البريطانيه(BS171Cant See Imagesart 2)

اولا / ماده وسط التبريد

(O) زيت معدنى او اى سائل قابل للاشتعال (L) سائل غير قابل للاشتعال

(G) غاز (W) ماء (A) هواء

ثانيا / طريقه التبريد

ذاتى (F) قصرى بدون توجيه للزيت

(D) قسرى بتوجيه الزيت

طريقة التبريد Type of cooling : -

أغلب محولات التوزيع تكون طريقة تبريدها من نوع ONAN

(O) (Oil) مادة التبريد الداخلى هى الزيت .

(Natural) (N) حركة الزيت داخل المحول طبيعية .

(Air) (A) مادة التبريد الخارجى للمحول الهواء .

(Natural) (N) حركة هواء تبريد المحول طبيعية .

يوجد ملحقات فى المحولات المغمورة فى الزيت accessories :

❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖

تزود المحولات المغموره فى الزيت(او فى سوائل العزل الاخرى) بعده اجهزه مساعده تلحق بتلك المحولات بغرض حفظ كميه سائل العزل ومنع تلوثه وحماية المحول نفسه.

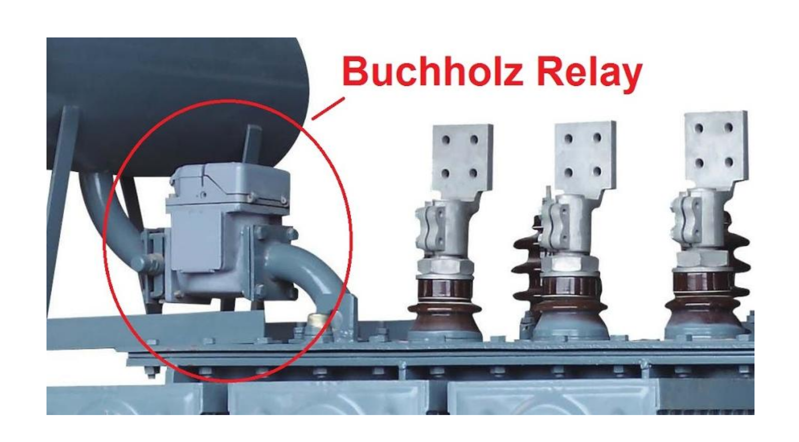
وتزيد اهميه حفظ الزيت وحمايته كلما زاد جهد المحول حيث ترتفع الإجهادات الكهربية داخل الزيت من هذه الاجهزة المساعده ما هو ضرورى ويلزم وجوده فى اى محول ومنها ما هو اختيارى ويتم الاتفاق عليه بين المشترى ومصنع المحولات . ومن اهم هذه الملحقات :-

1- مرحل بوخلز buchholz relay

يبين هذا المرحل الاخطاء والعيوب مثل فقد الزيت او اى تدفق غير طبيعى بين خزان المحول والوعاء الحافظ ويبين كذلك انبعاثات الغازات داخل المحول نتيجة لأية حاله تشغيل غير عاديه(كتجاوز الحمل او قصر الدائرة مثلا)

ويوجد مرحل البوخلز فى مسار الزيت وبين خزان المحول والوعاء الحافظ

والمرحل مزود بملامسات contactors بحيث يمكنه ان يعطى صوتا تحذيريا او ان يشغل دائرة اجهزه الحماية والقطع الخاصة بالمحول.



2 - مرشح جل السيليكاجيل

ويستخدم هذا المرشح مع المحولات المزوده بوعاء حافظ

من المعروف ان مهمة التانك الاحتياطى هى تعويض اى نقص فى ارتفاع الزيت يحدث فى التانك الاساسى و تغير ارتفاع الزيت ناتج عن تمدده او انكماشه حسب درجة الحرارة التى تعتمد فى الاصل على تيار الملفات فإذا عند انكماش الزيت ينخفض مستواه فى الخزان الاساسى و بالتالى ينخفض فى الخزان الاحتياطى ... و حتى يحدث هذا الانخفاض يجب ان يحل محله هواء جوى

و بالطبع الهواء الجوى متشبع بالرطوبة و معروف ان اى نسبه قليلة من الرطوبة تتسرب الى زيت المحول تؤدى الى تدهور عزله بنسبة كبيرة مما يهدد بحدوث insulation failure للزيت كعازل و يحدث discharge و يؤدى الى احتراق المحول

اذا هنا نحتاج الى هواء جوى منزوع الرطوبة بالكامل و تظهر هنا اهمية مادة السيليكا جيل

اذا مادة السيليكا جيل هى ملح بلورى ازرق اللون مهمتها امتصاص الرطوبة من الهواء الجوى الداخل الى التانك الاحتياطى و ذلك لحماية زيت المحول



3 - مؤشر مستوى الزيت

يعطى هذا المؤشر بيانا لمستوى الزيت داخل المحولات المجهزه بوعاء حافظ ويجب ملاحظه هذا المؤشر باستمرار , حيث قد يؤدى هبوط مستوى سطح الزيت الى حدوث شرار flashover اذا لم يتم تصحيح المستوى ويمكن اختياريا , وضع جرس تحذير يعمل مع هذا المؤشر بحيث يعطى صوت تحذير اذا انخفض مستوى سطح الزيت عن حد معين .

4 - ترمومتر بسيط

يبين درجه حراره الزيت بطريقه مباشره عند سطحه

5 - ترمومتر بملامسات

وهو ترمومتر مزود بملامسات تقفل دائرة تعطى اشارة اذا ذادت درجه الحرارة عن قيمه محدده سابقا كما يمكن تزويد نفس الترمومتر بملامسات اخرى تتصل بأجهزة الحماية والقطع الخارجية للمحول بحيث يمكنها فتح دائرة المحول وفصله عن الخدمه فى حاله زيادة درجه الحرارة الى الحد الذى يكون خطرا على المحول ويوجد هذا النوع من الترمومترات على شكل ترمومتر بقرص عليه تدريج ويعرف باسم dial thermometer حيث يستعمل فى بعض الحالات التى يكون من الصعب فيها قراءه الترمومتر البسيط وذلك بسبب بعض الظروف المحيطه .

6 - مقياس الضغط والتفريغ pressure-vacuum gauge :

وهو مقياس يستخدم فى المحولات ذات الخزان المحكم والمعروف باسم sealed-tank

يستعمل هزا المقياس بحيث يبين الفرق فى الضغط بين ضغط الهواء الجوى وضغط الغاز داخل خزان المحول

7 - صمام اراحه الضغط pressure-relief device :

ويمكن لهذا الجهاز خفض ضغط الغاز داخل المحول عن طريق تسريبه للخارج.ويقوم هذا الجهاز بخفض الضغط سواء فى الحالات الخفيفة من ارتفاع ضغط الغاز عن الحد المسموح وفى حالات الحوادث الخطيرة مما يمنع انفجار خزان المحول.

8 - المرحل الحرارى thermal relay :

ويستعمل لإعطاء بيان عن درجه حرارة ملفات المحول بطريقه مباشره , كما يمكنه اداء بعض الاعمال كتشغيل مراوح التهويه او اعطاء انزار او تشغيل اجهزه فتح الدائره , يستخدم هذا المرحل عاده للمحولات من 10000 ك.ف.أ واكبر

9 - جهاز تحديد البؤره الساخنة hot-spot temperature device :

ويقوم بنفس عمل المرحل الحرارى إلا انه يقوم بإعطاء بيانات عن درجه الحرارة بطريقه كهربيه باستخدام قنطره ويستون. ويمكن استعماله لتحديد درجات الحرارة عند اماكن مختلفة من المحول.

10 - صمام سحب الزيت واخذ العينات :

وهو صمام يوضع اسفل المحول لهذا الغرض وبهذا نكون انتهينا من ملحقات المحول المغمورة فى الزيت .

لوحة البيانات الوراده فى الـ **Nameplate** لمحولات التوزيع



يجب أن يحتوى كل محول على لوحة بيانات بحيث يسهل التعامل مع المحول.

والبيانات الموجودة على لوحة البيانات كالتالى :

اسم الشركة المنتجة .

سنة الصنع .... Manfact. Date

التردد.................................. Frequency

القدرة................................. Power Rated

مجموعة التوصيل الاتجاهية....... Group connection Vector

جهد المعاوقة .... Impedance voltage

زمن القصر........................... . Short circuit time

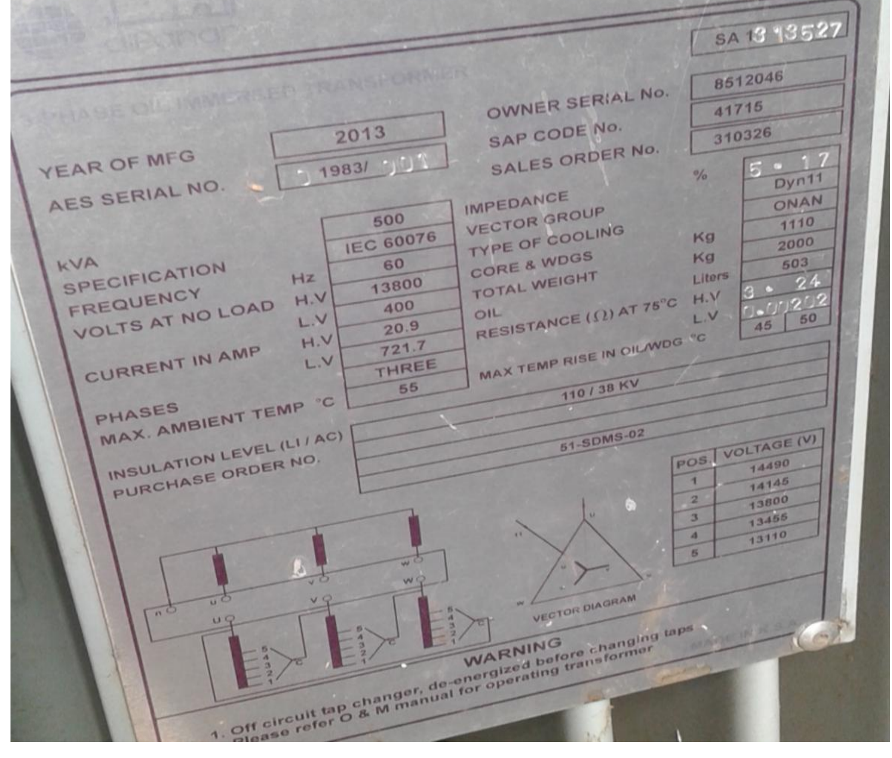
الوزن الكلى.......................... Total weight

وزن الزيت........................... Oil weight

طريقة التبريد....................... Type of cooling

التيار المقنن......................... Rated current

الجهد المقنن (عند كل نقطة من نقاط مغير الجهد) Rated voltage



التذكير ببعض الأساسيات قبل حساب قدرة المحول :

أولاً: القدرة الظاهرية أو القدرة الكلية(S) :

وهي تعبر عن القدرة الكهربائية الكلية للحمل وهي حاصل ضرب الجهد في التيار ، ولذا تقاس بالفولت أمبير أو بالكيلوفولت أمبير (KVA) ، فمثلا محول كهربائي سعته 500 كيلو فولت أمبير تعني أن قدرة هذا المحول الكلية أو الظاهرية هي 500 كيلوفولت أمبير أي أن حاصل ضرب الجهد على أطراف الملف الابتدائي في التيار الداخل يساوي هذا الرقم. (يُعَبرُ عن المحولات دائماً بدلالة القدرة الكلية لأن المحول جهاز كهربائي ساكن لا يستهلك التيار دخله تيار وجهد وخرجه تيار وجهد أي أن الطاقة الكهربائية تمر بالمحول دون أن تتحول إلى صورة أخرى)

ثانياً: القدرة الفعالة(P)

وهي تعبر عن القدرة الحقيقة المستفاد بها في صورة حركة في المحركات أو في صورة ضوء في المصابيح أو في صورة حرارة في السخانات ، ....إلخ ، وهي حاصل ضرب الجهد في التيار في جيب تمام الزاوية بين الجهد والتيار ، وهي تقاس بالوات(W) أو بالكيلووات (KW) ، فمثلاً مصباح كهربائي متوهج قدرته 100 وات تعني أن هذا المصباح يستهلك تيار قيمته تساوي 100 وات مقسومة على حاصل ضرب الجهد في جيب تمام الزاوية ((220❖1)/100) = 0.45 أمبير، وذلك ليعطي كمية ضوء محددة في حين لو أن المصباح قدرته 150 وات مثلاً ، سيسحب تيار أعلى = ((220❖1)/150) = 0.68 أمبير ، ويعطي كمية ضوء أكبر.

ثالثا: القدرة الغير فعالة(Q) :

وهي تعبر عن القدرة التي يستهلكها الحمل من دون أن تتحول إلى قدرة نافعة ، فمثلاً القدرة المستهلكة في مغنطة الملفات في المحركات الحثية هي قدرة غير فعالة لأن المحرك يستهلكها من دون أن تترجم إلى حركة ، وهي تقاس بالفار (VAR) أو بالكيلوفار (Kvar) ، وهي حاصل ضرب الجهد في التيار في جيب الزاوية بين موجة الجهد وموجة التيار.

P = true power $P = I^2R$ $P = \frac{E^2}{R}$

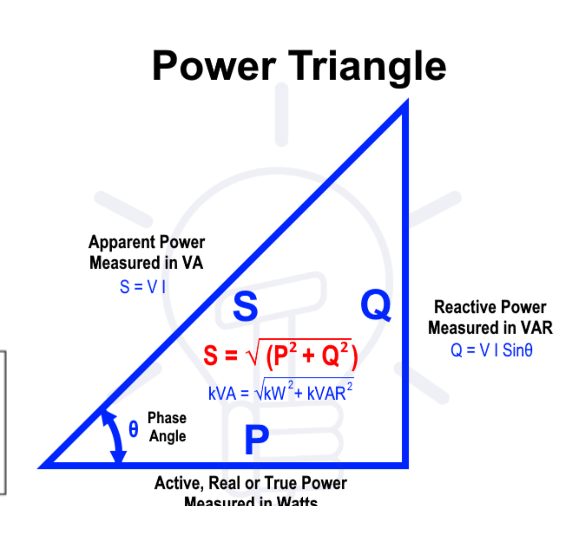
Measured in units of ***Watts***

Q – reactive power $Q - I^2X$ $Q - \frac{E^2}{X}$

Measured in units of ***Volt-Amps-Reactive (VAR)***

S = apparent power $S = I^2Z$ $Q = \frac{E^2}{Z}$ $S = IE$

Measured in units of ***Volt-Amps (VA)***



تستهلك الأحمال الكهربية (المواتير- السخانات- الأفران- ....) مركبتين من الطاقة الكهربية :

الطاقة الفعالة : وهى تقاس بالكيلووات ساعة Kwh ويرمز لها بالرمز (P)وهى تتحول الى شغل ميكانيكى أو حرارة أو إضاءة

الطاقة الغير ففعالة وهى تقاس بالكيلوفار KVARويرمز لها بالرمز (Q) وتأخذ أحد الشكلين :

الطاقة الغير فعالة التي تتطلبها الدوائر الكهربية التأثيرية مثل المحولات والمحركات ...ألخ

الطاقة الغير فعالة التي تتطلبها الدوائر السعوية مثل مكثفات الكابلات ومكثفات القوى ....ألخ

ويعرف المجموع الاتجاهي لكل من القدرة الفعالة والغير فعالة بالقدرة الظاهرية ويرمز لها بالرمز(S) وهى بالكيلو فولت امبير(KVA) S=P+Q

تقسم الاحمال الى ثلاثة انواع:

حمل ماديresistance

حمل حثيinductance

حمل سعويcapacitance

.

ويستهلك النوع الاول القدرة الفعالة active power وتقاس ب kWوهي التي تستهلكها معظم الاحمال العادية كالمنازل ويظهر النوعين الثاني والثالث في المصانع نتيجة لوجود الماتورات وهو الذي ينتج القدرة الغير فعالة reactive power وتقاس ب VARأو MVAR وهي قدرة ضارة تقلل من كفاءة التوليد وتؤدي الى خسارات في قدرة محطات التوليد

وعند جمع قيمة الحمل الكلي يتم جمعه جمعا مركبا complex function مما ينتج زاوية معينة angle وعند حساب جيب تمام هذه الزاوية cos angle يظهر ما يسمى معامل القدرة power factor وهي قيمة بدون وحدة قياس قيمتها اقل او تساوي الواحد

وكلما اقتربت هذه القيمة من الواحد كلما قلت القدرة الغير فعالة وزادت القدرة الفعالة

.

بعض المعادلات المفيدة فى اختيار المحول الكهربي :

❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖❖

1- القدرة **Power Rated** :

S = 1.732 *VL *IL KV.A

بالنسبة لمحولات التوزيع تتراوح القدرة بين (kva to 25 2500

يتم تصميم المحول على أساس القدرة الظاهرية (S)

2- زمن القصر (**Short circuit time**) :

وهو أقصى فترة زمنية يمكن أن يتحملها المحول فى حالة وجود قصر

(ثلاثة أوجه مع الأرضى) على المحول.

وهذه قيم زمن القصر لمحولات ذات قدرت مختلفة

Transformer KV.A …. Short Circuit withstand Duration

Up to 630 KV.A …………………… 2 sec

Above 630 up to 2000 KV.A .... 3 sec

Above 2000 KV.A ………………... 4 sec

3 -جهد المعاوقة : Impedance Voltage V :

ويسمى أيضا الـ Percentage Impedance

هو قيمة الجهد الذى يسلط على الملف الأبتدائى و يمرر قيمة التيار المقنن)تيار الحمل الكامل) للمحول فى حالة وجود قصر على الملف الثانوى مقسوما على قيمة الجهد المقنن للملف الأبتدائى مضروبا فى 100

Z % = (Vpsc / Vr) X 100

Z % = Impedance voltage

Vpsc = جهد الملف الأبتدائى فى حالة القصر على الثانوى

Vr = الجهد المقنن للملف الأبتدائى

ويتم تحديد قيمة الـ Impedance voltage بإجراء اختبار Short circuit Test للمحول حيث يتم عمل قصر short circuit على الملف الثانوى للمحول (3 فازات) ثم يتم تسليط جهد على الملف الإبتدائى كنسبه من الـ Rated Voltage حيث يتم زيادة هذا الجهد تدريجيا من الصفر إلى أن يمر التيار المقنن (Rated current تيار الحمل الكامل) فى الملف الثانوى عندها نقيس الجهد المسلط على الملف الإبتدائى فى هذه اللحظه فيكون الـ Impedance voltage هو الجهد المقاس مقسوما على الجهد الإبتدائى المقنن

فيما يستخدم الـ Impedance voltage أو Percentage Impedance :

يستخدم فى تحديد الـ (Short Circuit Capacity) S.C.C) للقاطع ((Circuit Breaker المستخدم لحماية المحول من تيار القصر ويتم تحديد (S.C.C) للقاطع كالأتى :

Short Circuit current in secondary = Rated secondary current/ %Z

لنفرض أنه لدينا محول قدرته 2500 KVA وله 5٪ = Z % فيكون

Rated secondary current Is =2500*1000/1.732*380=3800 A

S.C Current in secondary = 3800/0.05= 76000A=76 KA

ويتم تحديد S.C.C للقاطع C.B بناءا على هذه القيمه

ونلاحظ أنه فى حالة حدوث قصر على الملف الثانوى للمحول :

1- لو تم تسليط 100٪ من الجهد الإبتدائى المقنن سيمر فى الملف الثانوى التيار المقنن(تيار الحمل الكامل) (3800A)

بينما لو تم تسليط 5٪ من الجهد الإبتدائى المقنن سيمر فى الملف الثانوى 20 ضعف التيار المقنن (76 KA)

5- التيار المقنن :(Rated Current) Ir

S = 1.732 * VL * IL

IL = S / 1.732 * VL

فى جانب الجهد المنخفض (380V)

IL = S (VA) / 1.732 * 380

IL = S (KVA) / 1.732 * 0.38 = 1.52 * S(KVA

فى جانب الجهد المتوسط (11KV)

IL = S (KVA) / 1.732 * 11 = 0.052 * S(KVA

6 - مجموعة التوصيل الإتجاهية : ((Connection Vector Group

محولات التوزيع يكون توصيلها Dyn11 ومعناها :

D ملفات الجهد المتوسط (الملف الإبتدائى) موصله على شكل دلتا .

y ملفات الجهد المنخفض (الملف الثانوى) موصله على شكل ستار.

n نقطة التعادل .

11 جهد الخط في جانب الجهد المنخفض يسبق جهد الخط فى جانب الجهد المتوسط بزاوية طور (Phases shift) مقدارها 11 × 30 = 330° وهو ما يسمى برقم المجموعة الإتجاهية .

==

مثال على استخدام مغير الجهد : Tap Changer

هو من النوع off Load Tap Changer ويستخدم فى محولات التوزيع التى يمكن فصلها عن الحمل لحين تعديل موضع نقط التوصيل ويتم فصل التغذيه على جانب الجهد المنخفض من خلية الخروج ثم فصل سكينة الجهد المتوسط الداخل للمحول لعزل المحول تماما عن أى مصدر للجهد لحين الإنتهاء من تغيير موضع نقاط التوصيل حتى لا تحدث شراره داخل المحول لأنه غير مزود بوسيله لإطفاء الشراره التى تؤدى إلى إنفجار المحول وإشتعال الزيت

ويوجد مغير الجهد على ملفات الجهد المتوسط فى محولات التوزيع ويقوم بتغيير عدد ملفات الجهد االمتوسط وبالتالى تغيير نسبة التحويل للمحول turns ratio وذلك للحفاظ على ثبات الجهد المنخفض عند القيمه المقننه (380 V) عند تغير جهد التغذيه (الجهد المتوسط) فى حدود ±5٪ المسموح بها

ويمكن أن يكون عدد الخطوات خمس أو سبع خطوات حسب الطلب ونسبة التغيير لكل خطوه تكون ±2.5٪ من مقنن الجهد المتوسط (11KV)

أقصى قيمه يمكن رفع الجهد إليها بواسطة مغير الجهد هى (11 KV+5%*11Kv) أى 11550V

أدنى قيمه يمكن خفض الجهد إليها بواسطة مغير الجهد هى (11 KV- 5%*11Kv) أى 10450V

فلو إنخفض الجهد المتوسط من 11 KV إلى 10.5 KV اى إنخفض بنسبة 4.5٪ فإن الجهد المنخفض سينخفض بنفس النسبه من 380 V إلى 363 V وذلك كالتالى

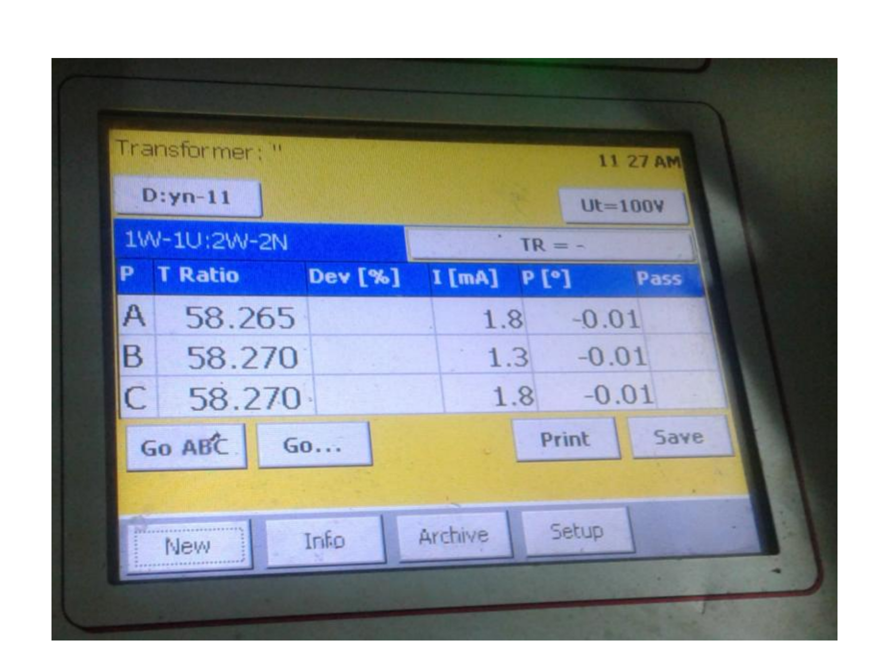
$$Vs/10500 = 380/11000$$

$$Vs = 380 *(10500/11000) = 363V$$

ولكى نرفع هذه القيمه (363 V) إلى القيمه المقننه (380 V) فإننا نحتاج لنرفع نسبة التحويل لتصبح 104.5٪ بدلا من 100٪ وهذا يعنى أن جهد الخرج سيرتفع بنفس النسبه ليصبح مساويا 380 V كما فى المعادله :

$$Vs = 363 * (104.5/100) = 380 V$$

Transformer During FAT test



FAT test : Factory Acceptance Test .

أنواع المحولات الكهربية :

1- محولات التوزيع المعلقة .
2- محولات التوزيع التي تركب على الأرض .
3- محولات المحطات الفرعية .
4- محولات المحطات الفرعية ذات الوحدة المجمعة .
5 - المحولات ذات التصميم الخاص .

(سيتم الاستعانة بمحولات شركة Utech لشرح الأنواع المختلفة من المحولات الكهربية)

1- محولات التوزيع المعلقة



تثبت محولات التوزيع فوق الأرض على أعمدة وتأتي ضمن تصاميم محددة تستخدم في الأساس من قبل شركات الطاقة الكهربائية. تخدم هذه المحولات عادة الأحمال السكنية والتجارية في المناطق الحضرية والريفية.

وتمتاز محولات التوزيع المعلقة المنتجة في الشركة المتحدة بأنها من النوع المغمور بالزيت وبأنها محكمة الإغلاق حيث يتم تصميمها وتصنيعها وفحصها وفقاً للمواصفات الدولية المعتمدة IEC60076 والمعايير المماثلة. وقد صمم الخزان الخاص بهذا النوع من المحولات على أساس استيعاب تقنية تمدد الزيت خلال التحميل باستخدام صفائح الحديد المموجة. تكون عوازل الضغط المرتفع مثبتة بإحكام على الغطاء العلوي للمحول بينما تكون عوازل الضغط المنخفض مثبتة على أحد جوانب هيكل المحول وموصولة بصندوق الكابلات المفرغ مسبقاً من الهواء. ومن الممكن أن يأتي المحول بكلا النوعين من عوازل الضغط المرتفع والمنخفض مثبتة على الغطاء العلوي طبقاً للمواصفات المطلوبة.

وتصنع الملفات عادة من النحاس مع إمكانية تصنيعها من الألومنيوم. وقد خضعت جميع التصاميم الرئيسية لهذا النوع من المحولات إلى الفحوص النوعية المعتمدة التي تضمنت التدفق الكهربائي وارتفاع درجة الحرارة ومستويات الضجيج وقصر الدائرة الكهربائية. وتتسم محولات التوزيع المعلقة المنتجة في الشركة المتحدة بالمزايا التالية:

تصميم عملي ومرن يمتاز بقلة ضجيجه وخفة وزنه.

منخفضة التكلفة وفعالة في الحد من انقطاعات شبكة التزويد والتكلفة التشغيلية.

اعتمادية فائقة خلال التشغيل.

الارتفاع الطفيف في درجة الحرارة وطول العمر الافتراضي.

متانة فائقة وقدرة على تحمل الانقطاعات المتكررة وعزل التيار.

القدرة على استيعاب الأحمال الزائدة طبقاً لمعايير IEC60354.

محكمة الإغلاق لمنع تسرب الرطوبة للمحول.

نهايات عزل مطول كإجراء أساسي.

مزودة بتقنية الشركة المتحدة المعتمدة عالمياً لمعالجة الأسطح الهيكلية.

مرنة التصميم لتلبية احتياجات العملاء (بأنسب التكاليف).

مواعيد تنافسية لتسليم الطلبيات.

فئات الإنتاج

محولات بقدرة تصل إلى 315 كيلو فولط أمبير (مفردة وثلاثية الأوجه)

الضغط المرتفع لغاية 36 كيلو فولط (مستوى العزل الكهربائي الأساسي 200)

فولطيات الضغط المنخفض لغاية 1000 فولط (مستوى العزل الكهربائي الاساسي 30)

مقدار التواتر: 60، 50 و 60/50 هيرتز.

فئة التوجيه: Dyn 11 (يمكن توفير فئات توجيه أخرى حسب الطلب)

نظام العزل: الفئة الأولى

نظام التبريد : ONAN/KNAN

السوائل المتوفرة: الزيت المعدني أو زيت السيليكون (يمكن تعبئة أنواع أخرى من الزيوت حسب الطلب).

الملحقات الأساسية

عوازل الضغط المرتفع.

عوازل الضغط المنخفض.

مقياس حرارة الزيت

جهاز تنفيس الضغط

مؤشر مستوى الزيت مع فتحة تعبئة.

مغير فولطية نوع فصل التيار.

صمام تفريغ الزيت

نهايات الأرضي

مقابض للرفع

الملحقات الاختيارية (حسب الطلب)الملحقات الاختيارية (حسب الطلب)

ميزان حرارة الزيت مزود بقطبي توصيل

جهاز تنفيس الضغط المزود بقطبي توصيل

مؤشر مستوى الزيت المزود بقطبي توصيل

مانعات صواعق

جيب ميزان الحرارة

دعامات لتثبيت مانعة الصواعق

صندوق توصيل أسلاك دارات الحماية

مرحلات حماية (DGPT2).

2- محولات التوزيع التي تركب على الأرض .



يثبت هذا النوع من المحولات على قواعد أرضية لخدمة شبكات توزيع الطاقة الأرضية. ويستخدم هذا النوع من المحولات عادة لأحمال الطاقة في المناطق الحضرية والريفية والأحمال ذات الطبيعة التجارية والصناعية.

يتوافر هذا النوع من المحولات بثلاثة تصاميم أساسية بحيث يتم تجهيزها للعميل لاحقاً طبقاً لإحدى المواصفات والمعايير التالية:

صندوق كابلات لنهايات توصيل الضغط المرتفع والمنخفض والتي إما تثبت على جانبي الخزان أو على غطائه.

حجيرات مع نهايات توصيل الضغط المرتفع والمنخفض تثبت على الجانب الملاصق للخزان بحسب معايير ANSI/IEEE المعتمدة. يمكن أن تكون نهايات توصيل الضغط المرتفع كواجهة حية أو ساكنة يتم تصميمها إما للتغذية الحلقية أو القُطرية.

تمتاز محولات القواعد الأرضية المنتجة في الشركة المتحدة بأنها من النوع المغمور بالزيت ذي الإغلاق المحكم وبخزان مصمم خصيصاً لاستيعاب تمدد الزيت خلال التحميل باستخدام صفائح الحديد المموجة. تحتوي الفئة المحكمة الإغلاق من الخزانات على مبردات قابلة للفصل ذات فراغات تملأ عادة بغاز النيتروجين أعلى مستوى الزيت فضلاً عن النوع الآخر الذي يعمل بتقنية التنفيس الحر التي تأتي بواق للزيت حسب متطلبات العميل.

تصنع ملفات الضغط المرتفع والمنخفض عادة من النحاس مع إمكانية تصنيعها من الألومنيوم. وقد خضعت جميع التصاميم الرئيسية لهذا النوع من المحولات إلى الفحوص النوعية المعتمدة التي تضمنت شهادة فحص نبضي للتفريغ الكهربائي البرقي ، وارتفاع درجة الحرارة ، ومستويات الضجيج ، واختبار قصر الدائرة الكهربائية. وتتسم محولات القواعد الأرضية المنتجة في الشركة المتحدة بالمزايا التالية:

الأمان والاعتمادية وسهولة التشغيل.

تصميم صغير الحجم والمظهر الجمالي.

اقتصادية وذات كفاءة لتقليل ضياعات الشبكة والتكلفة التشغيلية.

الارتفاع المحدود في درجة الحرارة وطول العمر الافتراضي.

قدرة على تحمل الانقطاعات المتكررة وقوة العازلية

ضجيج منخفض.

تقنية الشركة المتحدة معتمدة عالمياً لمعالجة الأسطح الهيكلية.

هيكل متين يلائم متطلبات النقل على المدى الطويل في مختلف الظروف المحيطة.

المرونة في تصميم المحولات لتلبية متطلبات العملاء (بالتكلفة الأمثل).

مواعيد تنافسية لتسليم الطلبيات.

فئات الإنتاج

محولات بقدرة تصل إلى 4 ميغا فولط أمبير (ثلاثية الأوجه)

فولطية ابتدائية لغاية 36 كيلو فولط

فولطية ثانوية لغاية 24 كيلو فولط

مجموعة المتجهات: Dyn 11 (يمكن توفير فئات توجيه أخرى حسب الطلب)

التردد : 60 أو 50 و 60/50 هيرتز.

نظام العزل: الفئة الأولى

نظام التبريد: ONAN/KNAN

السوائل المتوفرة: الزيت المعدني أو زيت السيليكون (يمكن تعبئة أنواع أخرى من الزيوت حسب الطلب).

الكماليات الأساسية

عوازل الضغط المرتفع.

عوازل الضغط المنخفض.

ميزان حرارة الزيت

جهاز تنفيس الضغط

مؤشر مستوى الزيت مع فتحة لتعبئة الزيت.

مغير الفولطية نوع دائرة كهربائية مغلقة.

صمام تفريغ الزيت

أطراف للتأريض.

مقابض للرفع

منفس السيليكا الهلامي (لفئة مبردات التنفيس)

مفتاح فصل الأحمال (لفئة مواصفات ANSI/IEEE)

مصهرات كهربائية (لفئة مواصفات ANSI/IEEE)

حامل مصهرات كهربائية لفصل التيار (لفئة مواصفات ANSI/IEEE)

عداد الضغط الفراغي (لفئة مواصفات ANSI/IEEE)

الكماليات الاختيارية (حسب الطلب)

ميزان حرارة الزيت المزود بقطبي توصيل

جهاز تنفيس الضغط المزود بقطبي توصيل

مؤشر مستوى الزيت المزود بقطبي توصيل

مرحلة بوخولز ذو طفو مزدوج ثنائي الأقطاب (لفئة خزان الزيت الإضافي)

مؤشر حرارة الملفات مع قطبي توصيل.

جيب ميزان الحرارة

صمام للمرشح

صندوق توصيل أسلاك دارات الحماية

عجلات ثنائية الاتجاه

جهاز حماية (DGPT2)

مصهرات فصل التيار (لفئة مواصفات ANSI/IEEE)

3- محولات المحطات الفرعية .



تعد محولات المحطات الفرعية من أفضل أنواع المحولات المدمجة التي تشتمل على المكونات الكاملة للمحولات بما في ذلك توصيلات كابلات التيار العالي والمنخفض أو مجموعة مفاتيح الضغط العالي، كما أنها تأتي مجمعة مسبقاً لتسهيل نقلها وتثبيتها في الموقع المحدد. ويستخدم هذا النوع من المحولات عادة في المناطق التي تتطلب تمديد أرضي لكابلات الطاقة الكهربائية كالمشاريع السكنية والتجارية والصناعية.

يتميز هذا النوع من المحولات التي تصنّع بالكامل لدى الشركة المتحدة بأنه من النوع المغمور بالزيت ذي الإغلاق المحكم ويأتي بخزان متموج الجدران أو وحدة تبريد تؤمن تبريد فائق الكفاءة للمحول أثناء التشغيل. وفي العموم تكون عوازل الضغط المرتفع والمنخفض مثبتة على الغطاء العلوي للمحول المثبت بالبراغي . تكون عوازل الضغط المرتفع من نوع الذي يثبت بالكبس ، أما عوازل الضغط المنخفض فتكون على هيئة قضبان مسطحة. ويمكن تركيب عوازل من البورسلين بحسب المتطلبات والمواصفات التي تحدد مسبقاً من قبل العميل .

•تصنع الملفات عادة من النحاس مع إمكانية تصنيعها من الألومنيوم. وقد خضعت جميع التصاميم الرئيسية لهذا النوع من المحولات إلى الفحوص النوعية المعتمدة التي تضمنت شهادة فحص نبضي للتفريغ الكهربائي البرقي ، وارتفاع درجة الحرارة ، ومستويات الضجيج ، وفحص قصر الدائرة الكهربائية.
وتتسم محولات المحطات الفرعية المنتجة في الشركة المتحدة بالمزايا التالية:

بالسلامة العالية والتصميم المتناسق والمظهر الجمالي.

سهلة النقل والتركيب.

مقاومة لظروف الطقس والحشرات الآكلة.

فائقة الأمان.

اقتصادية وذات كفاءة ومحدودة التكلفة التشغيلية.

آمنة وسهلة التشغيل.

محكمة الإغلاق والهيكل لمنع تسرب الرطوبة إلى الداخل.

محدودة التعرض لارتفاعات درجة الحرارة أثناء التشغيل وذات عمر افتراضي طويل.

منخفضة الضجيج.

ذات هيكل معالج ومطابق للمواصفات العالمية المعتمدة من قبل الشركة.

هيكل متين يلائم متطلبات النقل على المدى الطويل في مختلف الظروف المحيطة.

مرنة التصميم لتلبية احتياجات العملاء (بأنسب التكاليف).

مواعيد تنافسية لتسليم الطلبيات.

فئات الإنتاج

محولات بقدرة تصل إلى 4 ميغا فولط أمبير (ثلاثية الأوجه)

الفولطية الإبتدائية لغاية 36 كيلو فولط

الفولطية الثانوية لغاية 1000 فولط

مقدار التردد : 60 أو 50 و 60/50 هيرتز.

(فئة التوجيه Dyn 11 ((يمكن توفير فئات توجيه أخرى حسب الطلب)

نظام العزل: الفئة الأولى

نظام التبريد: ONAN/KNAN

السوائل المتوفرة: الزيت المعدني أو زيت السيليكون (يمكن تعبئة أنواع أخرى من الزيوت حسب الطلب).

الملحقات الأساسية

عوازل الضغط المرتفع

عوازل الضغط المنخفض.

ميزان حرارة للزيت.

جهاز تنفيس الضغط.

مؤشر مستوى الزيت مع فتحة لتعبئة الزيت.

مغير الفولطية نوع دائرة كهربائية مغلقة.

صمام تفريغ الزيت.

أطراف للتأريض.

مقابض للرفع.

الملحقات الاختيارية (حسب الطلب):

ميزان حرارة الزيت المزود بقطبي توصيل

جهاز تنفيس الضغط المزود بقطبي توصيل

مؤشر مستوى الزيت المزود بقطبي توصيل

مؤشر حرارة الملفات مع قطبي توصيل.

جيب ميزان الحرارة .

صمام للمرشح.

صندوق توصيل أسلاك دارات الحماية.

جهاز حماية (DGPT2).

4- محولات المحطات الفرعية ذات الوحدة المجمعة .



تمتاز محولات المحطات الفرعية ذات الوحدة المجمعة بأنها تتألف من محول رئيسي ثلاثي الأوجه ووحدة توصيل حلقي للضغط المرتفع ولوحة توزيع ضغط منخفض. ويستخدم هذا النوع من المحولات عادة في المناطق التي تتطلب تمديد أرضي لكابلات الطاقة الكهربائية كالمشاريع السكنية والتجارية والصناعية.

يتميز هذا النوع من المحولات التي تصنّع بالكامل لدى الشركة المتحدة بأنه من النوع المغمور بالزيت وبتركيبه المحكم، كما يأتي بخزان متموج الجدران لتأمين تبريد فائق الكفاءة للمحول أثناء التشغيل وتعويض التغير في مستويات الزيت نتيجة لتغير درجات الحرارة خلال التشغيل.

تصنع الملفات عادة من النحاس مع إمكانية تصنيعها من الألومنيوم. وقد خضعت جميع التصاميم الرئيسية لهذا النوع من المحولات إلى الفحوص النوعية المعتمدة التي تضمنت شهادة فحص نبضي للتفريغ الكهربائي البرقي ، وارتفاع درجة الحرارة ، ومستويات الضجيج ، وفحص قصر الدائرة الكهربائية.
وتتسم محولات المحطات الفرعية ذات الوحدة المجمعة التي تنتج في الشركة المتحدة بالمزايا التالية:

بالسلامة العالية والتصميم المتناسق والمظهر الجمالي.
سهلة النقل والتركيب.
مقاومة لظروف الطقس والحشرات الآكلة.
فائقة الأمان.
اقتصادية وذات كفاءة ومحدودة التكلفة التشغيلية.
آمنة وسهلة التشغيل.
محكمة التركيب والهيكل لمنع تسرب الرطوبة إلى الداخل.
محدودة التعرض لارتفاعات درجة الحرارة أثناء التشغيل وذات عمر افتراضي طويل.
منخفضة الضجيج.
ذات هيكل معالج ومطابق للمواصفات العالمية المعتمدة من قبل الشركة.
هيكل متين يلائم متطلبات النقل على المدى الطويل في مختلف الظروف المحيطة.
مرنة التصميم لتلبية احتياجات العملاء (بأنسب التكاليف).
مواعيد تنافسية لتسليم الطلبيات.
فئات الإنتاج

محولات بقدرة تصل إلى 4 ميغا فولط أمبير (ثلاثية الأوجه)
الفولطية الإبتدائية لغاية 36 كيلو فولط
الفولطية الثانوية لغاية 1000 فولط .
مقدار التردد: 60 هيرتز أو 50 هيرتز و 60/50 هيرتز.

فئة التوجيه: Dyn 11(يمكن توفير فئات توجيه أخرى حسب الطلب)

نظام العزل: الفئة الأولى

نظام التبريد : ONAN/KNAN

السوائل المتوفرة: الزيت المعدني أو زيت السيليكون (يمكن تعبئة أنواع أخرى من الزيوت حسب الطلب).

الملحقات الأساسية

عوازل الضغط المرتفع.

عوازل الضغط المنخفض.

ميزان حرارة الزيت.

جهاز تنفيس الضغط.

مؤشر مستوى الزيت

مغير الفولطية نوع الدائرة الكهربائية مغلقة.

صمام تفريغ الزيت.

أطراف للتأريض.

مقابض للرفع.

الملحقات الاختيارية (حسب الطلب):

ميزان حرارة الزيت المزود بقطبي توصيل

جهاز تنفيس الضغط المزود بقطبي توصيل

مؤشر مستوى الزيت المزود بقطبي توصيل

مؤشر حرارة الملفات مع قطبي توصيل

جيب ميزان الحرارة .

صمام للمرشح.

صندوق توصيل أسلاك دارات الحماية.

جهاز حماية (DGPT2).

5 - المحولات ذات التصميم الخاص .



وتقوم الشركة المتحدة للمحولات بتصنيع المحولات ذات التصميم الخاص ومنها ما يلي:

محولات مزودة بنظام تحويل التيار.

محولات تقويم التيار.

محولات توزيع الميغا فولط – الميغا فولط

محولات توزيع التيار المنخفض – التيار المنخفض.

محولات التأريض تأتي مع أو بدون ملفات مساعدة.

المحولات الأحادية الملف.

هذه الصورة القياسية لمواصفات المحولات فى المشاريع الانشائية

المقاييس العامة:

يجب أن تساوي درجة حماية المحولات من الظروف البيئية على الأقل توصيات المقاييس البريطانية , بعنوان "حماية المعدات العاملة بالقوي الكهربائية ضد الظروف المناخية".

يجب أن يكون للمحولات إمكانية تحمل حمل زائد يساوي على الأقل الحمل المحدد في إصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية – الفقرة رقم IEC- 60354.

يجب أن يتم تنفيذ إختبارات مستوى الصوت المسموع طبقاً لمطبوعة الجمعية الأهلية لمصنعي الأجهزة الكهربائية "National Electrical Manufacturers Association" (NEMA) - جمعية موارد الإتصالات - المرجع الفني "Technical Reference" TR1-9.04.

يجب أن يتم قياس فولتية التأثير اللاسلكي كما هو محدد في الجمعية الأهلية لمصنعي الأجهزة الكهربائية رقم 107.

يجب أن يكون الزيت الخاص بالمحول مطابقاً لقواعد مؤسسة المقاييس البريطانية "British Standards Institution - No. 148".

يجب أن يكون الجهد العالي والمنخفض في نهايات الكابلات، وصناديق نهاية كابلات تيار الفولت العالي والمنخفض مطابق للمعيار البريطاني 35- 1 الصادر عن مؤسسة المقاييس البريطانية، الإصدار2، ديسمبر 1971.

ظروف التشغيل:

نظام التشغيل

التردد	60 هيرتز (السعودية) 50 (مصر❖
عدد المراحل (الفازات)	3 (ثلاثة)
فولتية بداية التشغيل	13800 فولت أو33000 فولت
الحد الأقصى للجهد	15000 فولت أو 36000 فولت
ترتيبات موصل التعادل	- تأريض الجهد العالي من خلال مقاومة منخفضة - تأريض الجهد المنخفض تأريضاً مباشراً

أنواع المحولات:

تغطي المواصفات المحولات التي توضع على الأرض.

يجب أن تكون جميع المحولات من النوع المغمور في الزيت، ويجب أن يتم تبريدها عن طريق التبريد الهوائي ONAN أو ONAF.

يجب أن يكون معدل الفولتية على جهد 0,4/13,8 ك.ف أو 0,4/33 ك.ف وثلاثة اطوار و4 أسلاك و60 هرتز.

يجب توفير البزل على ملفات الجهد الأعلي لتغير الجهد الإبتدائي بمعدل ±2 × 2,5٪

القدرة:

يجب أن تكون قدرة المحول كما هو موضح في المخططات.

يجب أن يتم حساب الكيلو فولت أمبير المقدرة للمحول على أساس الإفتراضات التالية:

أ - تنظيم قدرة مستمرة.

ب - حمل ثابت مستمر.

ج - درجة الحرارة المحيطة حوالي 50 درجة مئوية في المتوسط على إمتداد 24 ساعة.

د - أقصى إنحدار لدرجة الحرارة 21 درجة مئوية (متوسط درجة الحرارة الناتجة عن درجة حرارة ملفات "وشائع" المحول مطروحاً منها متوسط درجة حرارة الزيت).

هـ - أقصى درجة حرارة للبقعة الساخنة لملفات "وشائع" المحول هي 98 درجة مئوية.

و - بعد الوصول للتوازن الحراري عند مستوى الحمل المقدر، لن تتعدى درجة حرارة البقعة الساخنة لملفات المحول 140 درجة مئوية.

وسائل البزل "توفير وصلات تفريعية لتصريف زيادة الحمل":

يجب أن يتم تزويد جميع المحولات بمفتاح فتح وغلق وتحويل للتفريع يحدد إتجاهه ذاتياً ويعمل من الخارج. ويجب أن يتم التوريد بحيث يمكن إغلاق مقبض الفتح والغلق والتحويل بقفل دائم، ويعني هذا إدخال مقبض مناسب لإستيعاب قفل بقطر 8 ملم. ويجب أن تكون الأقفال على شكل سقاطة. ولن يتم توريد الأقفال نفسها.

يجب أن يتم تزويد مفاتيح فتح تحويل التفريع على المحولات المغلقة بإحكام بغطاء به حشوات أو أطواق لمنع التسرب، بحيث يصبح إحكام غلق المحول في ظل الظروف العادية منفصلا عن حشوة عمود إدارة مفتاح الفتح والغلق والتحويل.

وصلات ملفات المحول:

يجب أن تكون وصلات المحولات من نوع دلتا/ستار (وصلات مثلثة / نجمة)، ويجب أن تتبع هذه الوصلات مواصفات مجموعة فيكتور للكميات المتجهة الواردة في المواصفات أو إصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC-60076.

يجب أن يتم توريد معدات معادلة الفولتية المنخفضة وتقديرها بشكل كامل في جميع الحالات.

فواقد الطاقة:

يجب أن يذكر مقدم العطاء ضمانه بالنسبة لمعدل الفقدان، بشكل خاضع لمعدلات السماح

المحددة في إصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC-60076.

يجب أن يذكر المقاول كذلك قيمة التيار المغناطيسي الذي يصدر له ضمان بشكل خاضع لمعدلات السماح المحددة في إصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC - 60076.

معدلات إعاقة سريان التيار:

يجب أن تكون القيم التي يصدر لها ضمان للمقاومة الظاهرية "معدلات إعاقة سريان التيار" هي المقاومة الظاهرية للمُصنع في درجة حرارة 75 درجة مئوية بشكل خاضع لمعدلات السماح الواردة في إصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC-60076 وبما يناسب المحولات المستخدمة بالمشروع.

القدرة علي تحمل تأثير قصر الدائرة الكهربائية "تلامس الأسلاك"

يجب أن يتم تصميم المحول وإنشاؤه بحيث يتحمل، بدون أضرار، التأثيرات الحرارية والديناميكية لحدوث تأثير قصر الدائرة الكهربائية الخارجي.

يجب أن تكون جميع المحولات قادرة على تحمل تأثير قصر الدائرة الكهربائية الخارجي بين المراحل، على أيّ من الأوجه الثلاثة، لمدة 3 ثواني، بدون أي ضرر.

يجب أن تكون المحولات، بدون ملفات الموازنة، قادرة على تحمل تأثير قصر الدائرة الكهربائية لمدة ثلاث ثوان بدون ضرر بين أحد المراحل وبين الأرض، مع تأريض سلك الأرضى بشكل مباشر.

يجب أن يتم تقديم أدلة مع العطاء على مدى إثبات الصانع أو مدى قدرة الصانع على إثبات قدرة المحولات المحددة على تحمل أية تأثيرات قصر الدائرة الكهربائية، على أية تفريعات، وبدون حدوث أي ضرر لمدة ثلاث ثوان في ظل ظروف التشغيل والإجهاد الميكانيكي الناشئ عن ظروف التشغيل، والإجهاد الميكانيكي الناشئ عن تأثيرات قصر الدائرة الكهربائية،

وذلك سواء أثبت الصانع هذه القدرة بالحساب أو الإختبار العملي. وطبقاً لإصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC-60076 ، فإن القوى الكهرومغناطيسية في ظل تأثير قصر الدائرة الكهربائية تتحدد من أقصى قيمة غير متماثلة للتيار في ملفات المحول، تعتبر أكبر 2.55 مرة من التيار الزائد قيمة جذر متوسط مربع التيار في ظل الظروف المناسبة المحددة في الجداول.

النهايات:

يجب أن تمر نهايات كابلات الجهد العالي والمنخفض إما من خلال جدار الخزان أو صفيحة الغطاء.

يتم ربط الوصلات بين كابلات الجهد العالي والثانوي مع المحولات الموضوعة على الأرض عن طريق صندوق نهاية الكابلات، أو بالربط المباشر بالمعدات المغلفة بأغلفة معدنية. ويجب أن يتم توريد المحولات مع صناديق نهاية الكابلات.

معدات تثبيت صندوق الكابلات:

دعامات قائمة أو أوتاد يتم وضعها على المحولات الموضوعة على الأرض لتثبيت صناديق كابلات الفولتية العالية والمنخفضة لضمان عدم تحريكها، ويجب أن يكون الحد الأدنى للبروز في جانب الفولتية العالية هو 30 ملم، وفي ناحية الفولتية المنخفضة 55 ملم.

يجب أن يتم تزويد جميع المحولات بقضيب تأريض من الحديد الصلب مناسباً لإستيعاب وصلة الأرضي. ويجب أن تكون مساحة القضيب 63 ملم مربع وبسمك لا يقل عن 6 ملم، ولها ثقب في مركزها بقطر 14 ملم.

يجب أن يتم تركيب قضيب الأرضي بالزوايا الصحيحة على جانب الخزان، وفي وضع يُوافق عليه المقاول.

الخزانات:

يجب ألا تسرب خزانات المحول. ويجب أن يكون معيار التسرب هو إزالة لون طلاء جيري

مائي بواسطة الزيت. يتم إستعمال الطلاء الجيري المائي من الخارج على الجزء المشكوك فيه وذلك في درجة حرارة 90 درجة مئوية للزيت.

يجب أن يتم لحام جميع الأنابيب ومبردات الحرارة والزعانف أو الأسلاك الملتوية من الخارج بجدار الخزان.

يجب أن يكون الحد الأدنى لسُمك الصلب هو 3 ملم. ومن الممكن التفكير في إستخدام سُمك أقل من الحد الأدنى للقيمة فقط في حالات إستثنائية مثل إستعمال تشطيبات توفر حماية خاصة.

إذا كان الخزان محكم السد أو اللحام، فيجب تحقيق المتطلبات التالية:

ز - يجب أن يكون الضغط الداخلي مساو للضغط الجوي في درجة حرارة داخلية قدرها 10 درجات مئوية.

ح - يجب أن يتم تصميم الخزان ليتحمل ضغطاً داخلياً قدره 1 بار. ويجب أن يكون قادراً على تحمل هذا الضغط إلى أجل غير محدود. ويجب أن يكون قادراً على تحمل عدد غير محدود من التغيرات في الضغط الداخلي الناتج عن الحركة الدائرية خلال 24 ساعة، ما بين الضغط الجوي حتى ضغط 1 بار. وإذا تم تقديم عرض بتوريد خزانات محكمة الغلق أو ملحومة، فيجب أن يشمل العرض أدلة تظهر إلتزام هذه الخزانات بالمواصفات.

تشطيب الخزان:

يجب أن يكون خزان المحول ولوازمه "الأجزاء المساعدة له" محمياً بشكل كافٍ ضد التآكل والصدأ، ويجب أن يُدرج المقاول بياناً بوسيلة الحماية المقترحة. ويجب أن تكون الحماية من جودة تساوي على الأقل تلك الموصى بها في المقاييس البريطانية CP 1014، ويُفضل أن يغطي هذه الحماية طلاء، ولكن من المفهوم أن هذه العملية تنطبق فقط على الخزانات ذات الأحجام الأصغر. يجب أن يتم تنظيف الخزانات ذات الأحجام الأكبر بضغط الهواء، ثم رشها بالزنك بحيث يصل متوسط وزن الزنك إلى ما لا يقل عن 550 جم/ متر مربع، ويتبع طبقة الزنك طبقة أولية تحتية من كرومات الزنك "برايمر"، ثم طبقتين من

الزيت المُعمِر قوي الإحتمال والمقاوم للتأثيرات الجوية. ويجب أن تكون الطبقة الأخيرة من الطلاء من لون رمادي غامق.

يجب أن تتم تغطية داخل الخزان بورنيش مقاوم للزيت، بحيث لا يحدث إتصال بين الزيت ومعدن الخزان عند أية نقطة.

يجب أن تكون الوسائل الأخرى للحماية من التآكل خاضعة لموافقة المهندس.

تركيبات الخزان وملحقاته:

- مقياس الزيت.
- الوحدة الطرفية لسلك الأرضى.
- تركيبات تثبيت للرفع.
- صفيحة بيان القدرة وطريقة التوصيل.
- مفتاح فتح وغلق وتحويل التفريع.
- الوحدات الطرفية للجهد العالى والمنخفض.
- صمامات ملء وتفريغ الخزان.
- جيب لمقياس الحرارة.
- تركيبات للحمل.
- نتوءات "عراوي" للرفع.
- حدايد للحماية.

يجب أن تكون مقاييس مستوى الزيت من النوع الناصع (أو الواضح) لتقديم إشارة واضحة إلى مستوى الزيت.ويجب أن تكون المقاييس مصنوعة من الزجاج، ويجب أن تكون قابلة للإستبدال.

يجب أن يتم توفير تركيبات رفع على جميع المحولات. ويجب أن تكون مُهيأة بحيث تسمح

برفع المحول من خُطاف واحد.

يجب أن يتم تركيب جيوب مقياس الحرارة على المحول. ولن يؤثر مقياس الحرارة بشكل سلبي على بقية التركيبات، ولن يتم تركيبه بحيث يعوق رؤية مقياس الزيت لمفتاح فتح وغلق وتحويل التفريغ. ويجب أن يشمل العرض المقدم مخططات لجيوب مقياس الحرارة المقترح.

لافتة البيانات الفنية والقدرة:

يجب أن يتم تزويد كل خزان بلافتة تبين طريقة التوصيل مصنوعة من مادة مقاومة للظروف الجوية يتم تحديد مواصفاتها بشكل خاص أدناه في البنود التالية. ويجب أن يتم وضع العلامات على صفيحة البيان بشكل واضح:

- نوع المحول.
- المواصفات الواردة في إصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC-60076 التي تم التصنيع طبقاً لها.
- إسم الصانع.
- الرقم المتسلسل للصانع.
- عام الصناعة.
- عدد المراحل.
- القدرة : كيلو فولت أمبير.
- التردد : هيرتز
- الجهد المستخدم : : كيلو فولت
- شدة التيار : أمبير
- رمز مجموعة فيكتور للمتجهات : Dyn 11
- فولتية المقاومة الظاهرية عند شدة التيار المقدر – نسبة مئوية (القيمة المقاسة).
- نوع التبريد : ONAN

- إجمالي الكتلة : كجم
- وزن الزيت : لتر
- وزن قلب المحول وملفاته : كجم

يجب أن تكون جميع المعلومات على صفيحة البيان مكتوبة بالإنجليزية.

الضوضاء:

لن يتعدى متوسط مستوى الضوضاء السطحي للمحولات 58 ديسيبل (علي بعد 1 متر).

يجب أن يتم أخذ قياس الضوضاء طبقاً لمطبوعة الإتحاد القومي لشركات التصنيع الكهربائية الأمريكية "National Electrical Manufacturers Association" (NEMA) المرجع الفني "Technical Reference" TR1 -9.04

العزل:

يجب أن تكون معدات الوحدات الطرفية ومعدات نهاية الكابلات كافية لإختبارات لف المحرك، ويجب أن تصدر إشارات وميضية "فلاشات" إلى الخارج قبل أن يحدث بها ثقب أو عطل داخلي.

يجب أن تنطبق قيم العزل التالية:

ملفات	عالية الجهد 13.8/33 ك.ف	منخفضة الجهد
الجهد النبضي	170 ك.ف /125 ك.ف	
التردد	70 ك.ف /38 ك.ف	2.5 كيلو فولت (جهد اختبار)

معدلات الفولتية المذكورة أعلاه ستكون طبقاً لما هو محدد في إصدار لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC-60076.

الإختبارات الروتينية:

يجب أن يتم تنفيذ الإختبارات الروتينية على جميع المحولات ويجب أن يتم القيام بها مجاناً. ويجب أن تخضع لرأي العميل، ويجب أن يشهدها المهندس.

يجب أن يتم تنفيذ الإختبارات طبقاً لمطبوعة لجنة الأعمال الكهربائية الفنية الدولية رقم IEC-60076.

يجب أن يتم إجراء إختبارات المسار التالية:

ط - قياس مقاومة الملفات.

ي - قياس معدل الجهد وفحص قطبية الكميات المتجهة لرمز مجموعة فيكتور لجميع المواقع العليا.

ك - قياس جهد الإعاقة "المقاومة الظاهرية".

ل - قياس معدل خسارة الحمل.

م - قياس الفقد بدون حمل وشدة التيار في حالة عدم وجود حمل.

ن - إختبار تحمل جهد الحث على ملفات الجهد العالى والمنخفض - 22 كيلو فولت لكل 60 ثانية على ملفات الفولتية العالية.

س - إختبارات منفصلة لتحمل الجهد المنبع على كل من ملفات الجهد العالى والمنخفض.

الملفات	**عالية الجهد 33/ 13.8 ك.ف**	**الجهد المنخفض**
الجهد	38/70 ك.ف	2.5 ك.ف لـ 230/400 فولت

ع - إختبار التسرب: معيار التسرب يجب أن يكون زوال اللون عن طلاء جيري مائي بواسطة الزيت. يتم إستعمال الطلاء الجيري المائي من الخارج على الجزء المشكوك فيه وذلك في درجة حرارة 90 درجة مئوية للزيت بالإشارة إلي القسم الفرعي رقم 8- 2- 13.

يجب أن يتم تسجيل نتائج هذه الإختبارات في شهادة إختبار لتحديد المسار، ويجب أن يتم

إرسال نسختين من هذا إلى المهندس فوراً بعد الإختبارات. ولن يتم إرسال المحولات حتى يتم إصدار موافقة مكتوبة من المهندس على شهادة إختبار تحديد المسار ذي الصلة.

ف - يجب أن تشمل شهادات الإختبارات الروتينية، بالإضافة إلى نتائج الإختبارات، ما يلي:

- رقم طلبية المقاول.
- الرقم المسلسل للصانع.

المخططات

يجب أن يتم توريد المخططات التالية للمحولات بواسطة المقاول:

ص - رسم تخطيطي للمحول يظهر تنسيق التركيبات والملحقات.

ق - تفاصيل الوحدات الطرفية للجهد العالى والمنخفض.

ر - تفاصيل التعليق والتركيب.

التوريد:

يجب أن تشمل العروض المقدمة وقت توريد مضمون من تاريخ تلقي الطلبية الرسمية بإرسال المواد من الأعمال.

الضمان:

يجب أن يضمن المقاول المحول (المحولات) ضد جميع العيوب الناشئة من عيوب التصميم أو الصنعة، أو المواد المعيبة، ويجب أن يكون الضمان لمدة عام واحد من تاريخ التشغيل التجريبي. يجب أن يتم قبول شهادات العميل بالنسبة لتاريخ التشغيل التجريبي.